

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 04-270922

(43)Date of publication of application : 28.09.1992

(51)Int.Cl.

G01F 1/84

(21)Application number : 03-033053

(71)Applicant : YOKOGAWA ELECTRIC CORP

(22)Date of filing : 27.02.1991

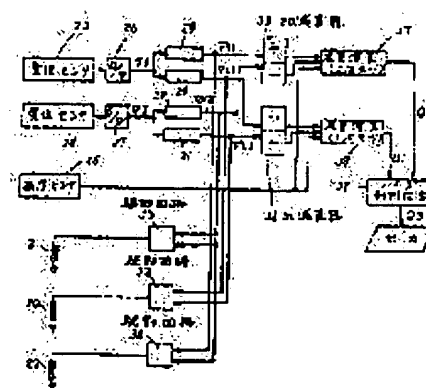
(72)Inventor : OSAWA NORIKAZU

(54) CORIOLIS MASS FLOWMETER

(57)Abstract:

PURPOSE: To reduce the influence of vibration noise by estimating a normal flow-rate signal by comparing flow-rate signals of two systems with each other and outputting the estimated flow-rate signal.

CONSTITUTION: A pipe through which a fluid to be measured flows is excited at the first frequency by means of an exciting machine 20 set at a prescribed position of the pipe. The pipe is further excited at the second frequency by means of exciting machines 21 and 22. The displacement of the pipe caused by the excitation is detected by means of a pair of displacement sensors 23 and 24. The first signal processing means calculates the flow rate of the fluid by using the first frequency component of the displacement signals detected by the sensors 23 and 24 and outputs the first flow-rate signal. The second signal processing means outputs the second flow-rate signal by using the second frequency component of the displacement signals. The first driving means drives the machine 20 by using the first frequency component and the second driving means drives the machines 21 and 22 by using the second frequency component. Then, a noise discrimination circuit 39 discriminates the presence/absence of noise based on the variation of flow rate between the first and second flowrate signals and outputs a normal flow-rate signal after estimation.



BEST AVAILABLE COPY

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 特 許 公 報 (B 2)

(11) 特許番号

第2884796号

(45) 発行日 平成11年(1999) 4 月19日

(24) 登録日 平成11年(1999) 2 月12日

(51) Int.Cl.⁶

識別記号

F I

G 0 1 F 1/84

G 0 1 F 1/84

請求項の数 2 (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平3-33053

(22) 出願日 平成 3 年(1991) 2 月27日

(65) 公開番号 特開平4-270922

(43) 公開日 平成 4 年(1992) 9 月28日

審査請求日 平成 9 年(1997) 8 月 8 日

(73) 特許権者 000006507

横河電機株式会社

東京都武蔵野市中町 2 丁目 9 番32号

(72) 発明者 大沢 紀和

東京都武蔵野市中町 2 丁目 9 番32号 横
河電機株式会社内

(74) 代理人 弁理士 渡辺 正康

審査官 後藤 時男

(56) 参考文献 特開 平 2 - 205723 (J P, A)

特開 平 2 - 262019 (J P, A)

特開 平 4 - 191620 (J P, A)

(58) 調査した分野(Int.Cl.⁶, D B 名)

G01F 1/84

(54) 【発明の名称】 コリオリ質量流量計

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 両端が固定され内部に測定流体が通されるパイプと、このパイプ上の所定の位置で第 1 周波数とこれとは異なる少なくとも第 2 周波数で加振する加振手段と、前記パイプの変位を異なる位置で検知することができるように配置された少なくとも 2 個の変位センサと、この変位センサで検出された変位信号のうち前記第 1 周波数成分を用いて流量演算をして第 1 流量信号を出力する第 1 信号処理手段と、前記変位信号のうち前記第 2 周波数成分を用いて流量演算をして第 2 流量信号を出力する第 2 信号処理手段と、前記第 1 周波数成分と少なくとも前記第 2 周波数成分を用いて前記加振手段を駆動する駆動手段と、少なくとも前記第 1 流量信号と前記第 2 流量信号とを用いてこれ等の流量変動に基づいてノイズの有無を判別し正常な流量信号を推定して出力するノイズ

判別手段とを具備したことを特徴とするコリオリ質量流量計。

【請求項 2】 前記加振手段は前記第 1 周波数で加振する第 1 加振機と、前記第 2 周波数で加振され前記第 1 加振機の位置とは異なる位置に配置された一対の第 2 加振機とよりなり、前記駆動手段は前記第 1 周波数成分を用いて前記第 1 加振機を駆動する第 1 駆動手段と、前記第 2 周波数成分を用いて前記第 2 加振機を駆動する第 2 駆動手段とよりなることを特徴とする請求項 1 記載のコリオリ質量流量計。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、1 本のパイプを複数の周波数で加振し発生する変位に対応する変位信号を用いて質量流量を演算するコリオリ質量流量計に係り、特に

外部振動ノイズに対して安定に動作するように改良したコリオリ質量流量計に関する。

【0002】

【従来の技術】図6は改良のベースとなる直管式の従来のコリオリ質量流量計の構成を示す射視図である。10は内部に測定流体Fを流すことの出来るパイプであり、このパイプ10の両端は固定部11、12で固定されている。

【0003】これ等の固定部11、12の中央部13には加振機14が配置されており、このパイプ10をこのパイプ10の中心軸に対して直角方向に加振して上下に変位させる。この中央部13と固定部11、12との間にはパイプ10の変位を測定する変位センサ15、16が配置されている。

【0004】次に、以上のように構成されたコリオリ質量流量計の動作について図7に示す振動説明図を用いて説明する。パイプ10の中に測定流体Fを流した状態で中央部13に配置された加振機14から小さい振動を加えると、図7に示すような中央部13が振動の腹となる1次モードの大きな振幅を持つ共振周波数でパイプ10が振動する。

【0005】この振動は中央部13に対してパイプ10の上流部分と下流部分が各々固定部11と12を中心として回転振動をしていると見なし得るので、この角速度を ω 、固定端11と12との距離をLとすると、この角速度 ω と測定流体Fの流量Qと距離Lの積に比例したコリオリ力がパイプ10に発生し、これによりパイプ10の中央部13に対して上流部分と下流部分とはその撓み振動が逆になる変形が発生する。この変形を変位センサ15、16で測定することにより質量流量Qを知ることができる。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、以上のような従来のコリオリ質量流量計は、加振機により小さな振動をパイプに与え、このパイプを共振させて大きな振幅とし、この変位を変位センサで検出する構成であるので、このパイプに共振周波数と等しい外部振動ノイズが加わったときには小さなノイズでも大きな振動が発生し、加振機による駆動モードの振幅を制御することが困難となり、流量検出誤差が発生するという問題がある。

【0007】

【課題を解決するための手段】本発明は、以上の課題を解決するための主な構成として、両端が固定され内部に測定流体が通されるパイプと、このパイプ上の所定の位置で第1周波数とこれとは異なる少なくとも第2周波数で加振する加振手段と、パイプの変位を異なる位置で検出することができるように配置された少なくとも2個の変位センサと、これらの変位センサで検出された変位信号のうち先の第1周波数成分を用いて流量演算をして第1流量信号を出力する第1信号処理手段と、変位信号の

うち第2周波数成分を用いて流量演算をして第2流量信号を出力する第2信号処理手段と、第1周波数成分と少なくとも前記第2周波数成分を用いて前記加振手段を駆動する駆動手段と、少なくとも第1流量信号と第2流量信号とを用いてこれ等の流量変動に基づいてノイズの有無を判別し正常な流量信号を推定して出力するノイズ判別手段とを具備するようにしたものである。

【0008】

【作 用】まず、両端が固定され内部に測定流体が通されるパイプ上の所定の位置でこのパイプを第1周波数とこれとは異なる少なくとも第2周波数で加振手段により加振する。さらに、パイプの異なる位置に配置された少なくとも2個の変位センサでパイプの変位を検知する。次に、第1信号処理手段はこれらの変位センサで検出された変位信号のうち先の第1周波数成分を用いて流量演算をして第1流量信号を出力する。また、第2信号処理手段は変位信号のうち第2周波数成分を用いて流量演算をして第2流量信号を出力する。さらに、駆動手段は第1周波数成分と少なくとも前記第2周波数成分を用いて前記加振手段を駆動する。この後、ノイズ判別手段は第1流量信号と第2流量信号とを用いてこれ等の流量変動に基づいてノイズの有無を判別し正常な流量信号を推定して出力する。

【0009】

【実施例】以下、本発明の実施例について図を用いて説明する。図1は本発明のセンサ側の1実施例の構成を示す構成図である。図2は本発明の主として信号処理側の1実施例の構成を示すブロック図である。なお、図6に示す従来のコリオリ質量流量計と同一の機能を有する部分には同一の符号を付して適宜にその説明を省略する。

【0010】パイプ10は防振を兼ねた円筒状のケース17の両端で固定され、これ等の両端は固定部11、12とされている。これ等の固定部11、12の外端には相手配管と接続されるフランジ18、19が固定されている。

【0011】このパイプ10の中央部(L/2)には加振機20が、固定部11からL/4の位置には加振機21が、また固定部11から3L/4の位置には加振機22がそれぞれ配置され、さらにパイプ10に対して加振機21に対向する位置には変位センサ23が、加振機22に対向する位置には変位センサ24がそれぞれ配置されている。また、図示していないが、温度センサ25もケース17の内部に配置されている。

【0012】変位センサ23、24は、例えば光ファイバーを用いたセンサとして構成されており、LEDと光ダイオードを用いて光量を検出して上下方向の変位を検出する。加振機20、21、22はコイルと鉄心を用いてこのコイルに流す振動電流で上下方向に振動を発生させる。加振機20はパイプ10に対して1次モードの共振を、加振機21、22は2次モードの共振を発生させ

る。

【0013】変位センサ23、24から出力された変位信号は、それぞれ変位／電圧変換器(D/V)26、27に出力され、ここで電圧信号V1、V2に変換される。電圧信号V1は、2次モード成分を通過させる帯域に選定されたハイパスフィルタ28と1次モード成分を通過させる帯域に選定されたローパスフィルタ29に出力され、これ等の出力端に出力電圧V_{H1}とV_{L1}として出力される。また、電圧信号V2もまた、ハイパスフィルタ30とローパスフィルタ31に出力され、これ等の出力端に出力電圧V_{H2}とV_{L2}として出力される。

【0014】出力電圧V_{L1}とV_{L2}はパイプ振動の1次モード成分(低周波成分)に、出力電圧V_{H1}とV_{H2}はパイプ振動の2次モード成分(高周波成分)に対応する。これ等のうち、1次モード成分V_{L1}とV_{L2}は、駆動回路32を介してパイプ10の中央に配置された加振機20を加振し、2次モード成分V_{H1}とV_{H2}は、駆動回路33、34を介してパイプ10のL/4、3L/4に配置された加振機21と22を加振する。これにより、パイプ10に1次モードと2次モードの共振が同時に発生し、これ等の共振は持続される。

【0015】さらに、1次モード成分V_{L1}とV_{L2}は加減算器35に、2次モード成分V_{H1}とV_{H2}は加減算器36にそれぞれ出力され、ここで、これ等のモード成分は各モード成分ごとに加算、減算がなされて流量演算回路37、38にそれぞれ出力される。流量演算回路37、38にはこれ等の他に温度センサ25から温度信号が入力される。

【0016】流量演算回路37、38はこれ等の加算信号、減算信号を用いて各モードごとに流量演算を実行し、それぞれに対して温度センサ25から出力される温度信号を用いて温度補正を実行して流量信号Q2、Q1として出力する。この流量信号Q2、Q1は、それぞれノイズ判別回路39に出力されここで後述する所定のノイズ判別演算を実行して最終的に正しい流量信号として推定される流量信号Q3を得る。

【0017】次に、以上のように構成された実施例の動作について、図3に示す1次モードの振動説明図、図4に示す2次モードの振動説明図、図5に示すフローチャート図を用いて説明する。

【0018】測定流体Fがパイプ10の中を流れた状態で、加振機20によりパイプ10を図3の点線で示すよ

$$A_1 \sin \omega_1 t + A_1 k_1 \cos \omega_1 t \quad (1)$$

となり、変位センサ24で検出される1次モード成分は、

$$A_1 \sin \omega_1 t - A_1 k_1 \cos \omega_1 t \quad (2)$$

となる。

【0023】次に、変位センサ23で検出される2次モ

$$A_2 \sin \omega_2 t - A_2 k_2 \cos \omega_2 t \quad (3)$$

となり、変位センサ24で検出される2次モード成分は、

$$-A_2 \sin \omega_2 t - A_2 k_2 \cos \omega_2 t \quad (4)$$

うに振動させると、パイプ10には図3の実線で示すようなコリオリ力に基づく変位が生じる。この変位は変位センサ23、24で検出され変位／電圧変換器26、27で電圧に変換されてローパスフィルタ29、31を介して駆動回路32に帰還され、この駆動回路32の駆動出力により加振機20がさらに加振される。これ等の正帰還作用によりパイプ10の振幅は増加し、1次モードの共振周波数に一致する形で発振する。

【0019】また、同様にして、測定流体Fがパイプ10の中を流れた状態で、加振機21、22によりパイプ10を図4の点線で示すように振動させると、パイプ10には図4の実線で示すようなコリオリ力に基づく変位が生じる。この変位は変位センサ23、24で検出され変位／電圧変換器26、27で電圧に変換されてハイパスフィルタ28、30を介して駆動回路33、34に帰還され、この駆動回路33、34の駆動出力により加振機21、22がさらに加振される。これ等の正帰還作用によりパイプ10の振幅は増加し、2次モードの共振周波数に一致する形で発振する。

【0020】この場合、これ等の1次モードと2次モードの各々の振動が線形領域で動作しているときには、互いに干渉せず独立して振動し、他のモードに影響を及ぼすことはない。この振動は中央部13に対してパイプ10の上流部分と下流部分が各々固定部11と12を中心として回転振動をしていると見なし得るので、この角速度 ω と測定流体Fの流量Qとの積に比例したコリオリ力がパイプ10に発生し、これにより図3に示すように1次モードではパイプ10の中央部13に対して上流部分と下流部分とではその撓み振動が逆になる変形が発生する。この変形を変位センサ15、16で測定することにより質量流量Qを知ることができる。

【0021】また、2次モードでは図4に示すようにパイプ10の中央部13に対して同一方向での撓みが生じるので、これを変位センサ15、16で検出し、質量流量Qを知ることができる。これ等の図3、4から分かるようにパイプ10の振動とコリオリ力による振動とは、周波数は同一であるが位相は90°ずれる。なお、図3、図4では、説明の都合上、パイプ10の振動とコリオリ力による振動の振幅を同一レベルのように記載してあるが、実際には後者は前者の1/100のオーダーである。

【0022】したがって、変位センサ23で検出される1次モード成分は図3を参照して

となる。ただし、 A_1 、 A_2 は変位センサ23、24での変換定数、 k_1 、 k_2 はコリオリカの影響を示す係数である。

【0024】(1)～(4)式を用いて、1次モードのコリオリ成分を算出するには(1)－(2)の演算を、1次モードの振動振幅を算出するには(1)＋(2)の演算を、2次モードのコリオリ成分を算出するには

(3)＋(4)の演算を、2次モードの振動振幅を算出するには(3)－(4)の演算をそれぞれ加減算器35、36で実行する。

【0025】加減算器35、36によるこれ等の演算結果は、流量演算回路37、38に出力され、ここで温度センサ25からの温度信号を用いて温度補正され、またレンジ調整などがなされて所定レンジの流量信号Q2、Q1とされて出力される。

【0026】これ等の流量信号Q2、Q1はノイズ判別回路39に入力され図5のフローチャート図に示すような演算が実行される。まず、流量演算回路37、38からの流量信号Q2、Q1は、ステップ1でこれ等の流量信号Q2、Q1があらかじめ決められた所定範囲に入っているか否かが判断され、所定範囲に入っているときはステップ2に移行する。

【0027】ここで、これ等の流量信号Q2、Q1が等しいか、或いはわずかな誤差の範囲の中にあるときは、ステップ3に移行して両者の平均を演算し、この平均値を最終の流量信号として出力する。流量信号Q2、Q1がこの誤差の範囲を越えるときは、ステップ4に移行し、ここでこれ等の流量信号Q2、Q1のうち時間変化率の小さいほうの流量信号を正常な流量信号として出力する。

【0028】また、ステップ1で流量信号Q2、Q1があらかじめ決められた所定範囲に入っていないときは、ステップ5に移行し、ここでこれ等の流量信号Q2、Q1のうち少なくとも片方の流量信号が正常か否かが判断される。この要件に合致したときはステップ6に移行して正常な方の流量信号を最終的出力として採用する。ステップ5でいずれの流量信号も正常でないと判断されたときはエラーとしてエラー表示をする。これらの演算は、デスクリートな回路を用いて実現しても或いはマイクロコンピュータを用いてソフト的に演算しても実現することができる。

【0029】以上の実施例では、1次モードと2次モードでの振動の組み合わせとして説明したが、これ以外の例えば1次モードと2次モード、3次モードの3モードの同時振動としても良い。また、異なる周波数だが同一の振動モードで同時振動させるようにしても良い。さらに、異常判別手段として流量信号Q1、Q2の値が異なるときは、これ等の値が異なる以前の値を最終出力値と

して出力し続けるようにしても良い。

【0030】パイプ10の形状は、1本の直管形だけではなく、2本式、U字管式、ラセンパイプ形などその形式にとらわれない。また、変位センサは光ファイバを用いた反射式、スリット式、コイルと磁石を用いたもの、コンデンサの容量変化を用いたものなど各種のものが適用できる。

【0031】

【発明の効果】以上、実施例と共に具体的に説明したように本発明によれば、2系統の流量信号を用いてこれ等を比較することにより正常な流量信号を推定して出力するようにしたので、外部からの振動ノイズが信号の中に混入し1系統の流量信号が不安定になったときでも正常な流量信号を出力することができ、振動ノイズの影響を大幅に低減することができる。

【0032】特に、一般に振動する構造体に複雑な形状や構造を持たせると固有振動数が増加し外部から受ける振動ノイズの受ける周波数帯域が増加するものであるが、本実施例に示すような単純な構造の質量流量計では弱点となる周波数帯域を増やすことなく本実施例の構成により信頼性の向上を図ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のセンサ側の1実施例の構成を示す構成図である。

【図2】本発明の主として信号処理側の1実施例の構成を示すブロック図である。

【図3】図1に示す実施例の動作を説明する1次モードの振動説明図である。

【図4】図1に示す実施例の動作を説明する2次モードの振動説明図である。

【図5】図2に示す実施例の信号処理の手順を示すフローチャート図である。

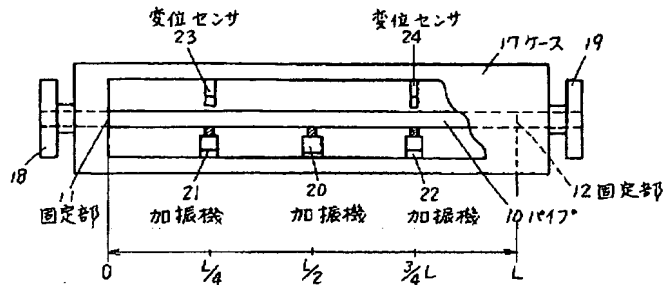
【図6】直管式の従来のコリオリ質量流量計の構成を示す射視図である。

【図7】図6に示すコリオリ質量流量計の動作について説明する振動説明図である。

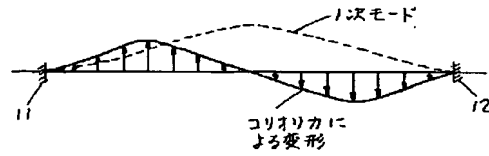
【符号の説明】

- 10 パイプ
- 11、12 固定部
- 14、20、21、22 加振機
- 15、16、23、24 変位センサ
- 25 温度センサ
- 28、30 ハイパスフィルタ
- 29、31 ローパスフィルタ
- 35、36 加減算器
- 37、38 流量演算回路
- 39 ノイズ判別回路

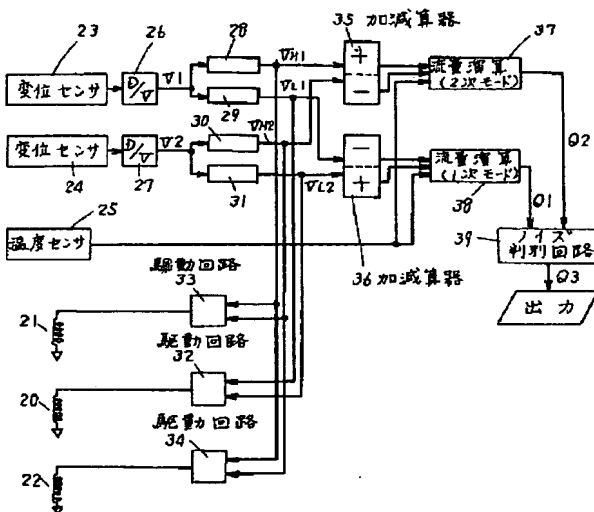
【図1】



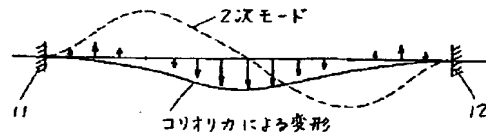
【図3】



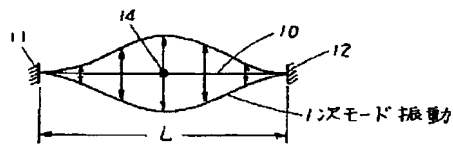
【図2】



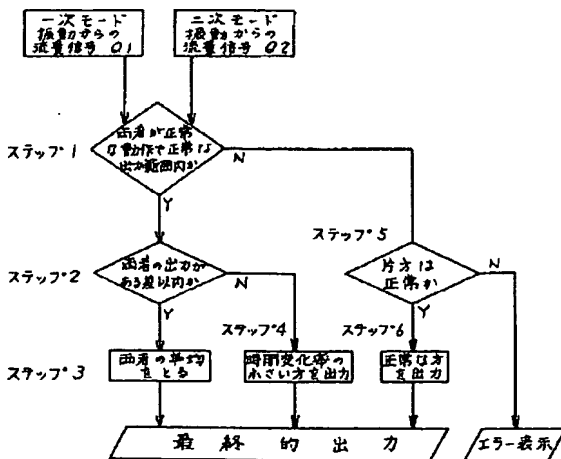
【図4】



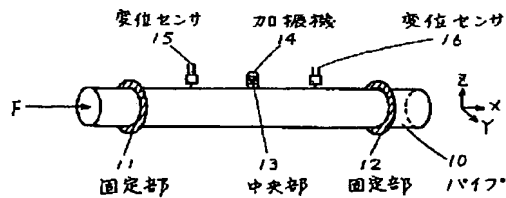
【図7】



【図5】



【図6】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record.**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.